ӘОЖ 502.3 **ҒТАР 87.53.13**

ҚОРШАҒАН ОРТА САПАСЫН ЖАҚСАРТУДА ЖЫЛУ ЭЛЕКТР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ШЫҒАРЫНДЫЛАРЫН ҚАЙТА ӨҢДЕУ ЖОЛДАРЫ

Т.Б. Байназарова *, Г.Б. Тойчибекова *PhD*, **Ұ.А. Серік, К.Т. Абдраимова** *б.ғ.к*, **Г.С. Шалабаева** *техн.ғ.к*

Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан, Қазақстан
E-mail: togzhan.bainazarova@ayu.edu.kz

Бұл мақалада жылу электр орталығындағы көмірді жағудан шыққан күл-қож қалдықтарын қайта өңдеудің заманауи әдістері және олардың қоршаған ортаға әсері талданды. Қазіргі таңда өнеркәсіптік және тұрмыстық қалдықтар мәселесі өзекті болуда, олардың ішінде күл мен қождар ең көп көлемде кездесетін қалдықтардың қатарында. Күл-қож қалдықтары қоршаған ортаның улы заттармен және ауыр металдармен ластану қаупін тудырады. Күл үйінділерінің әсер ету аймақтарында шаң пайда болады, сондай-ақ күл компоненттері шайылып, топыраққа және жер асты суларына түседі, бұл экологиялық жағдайды нашарлатады. Бұл өсімдіктер мен адам денсаулығына теріс әсерін тигізеді. Күл-қож қалдықтарын кәдеге жарату табиғи шикізатты үнемдеуге және экологиялық мәселелерді шешуге көмектеседі. Зерттеуде «Кентау сервис» ЖЭО-5 күл-қож қалдықтарына талдау жасалды және оларды экологиялық құрылыс материалы – кірпіш өндіруге қолдану мүмкіндігі анықталды. Сонымен қатар, күл-қож қалдықтарының кірпіш өндірісіне жарамдылығы тексерілді. ЖЭО қалдықтарын қайта өңдеу экономикалық және экологиялық тұрғыдан тиімді екені дәлелденді.

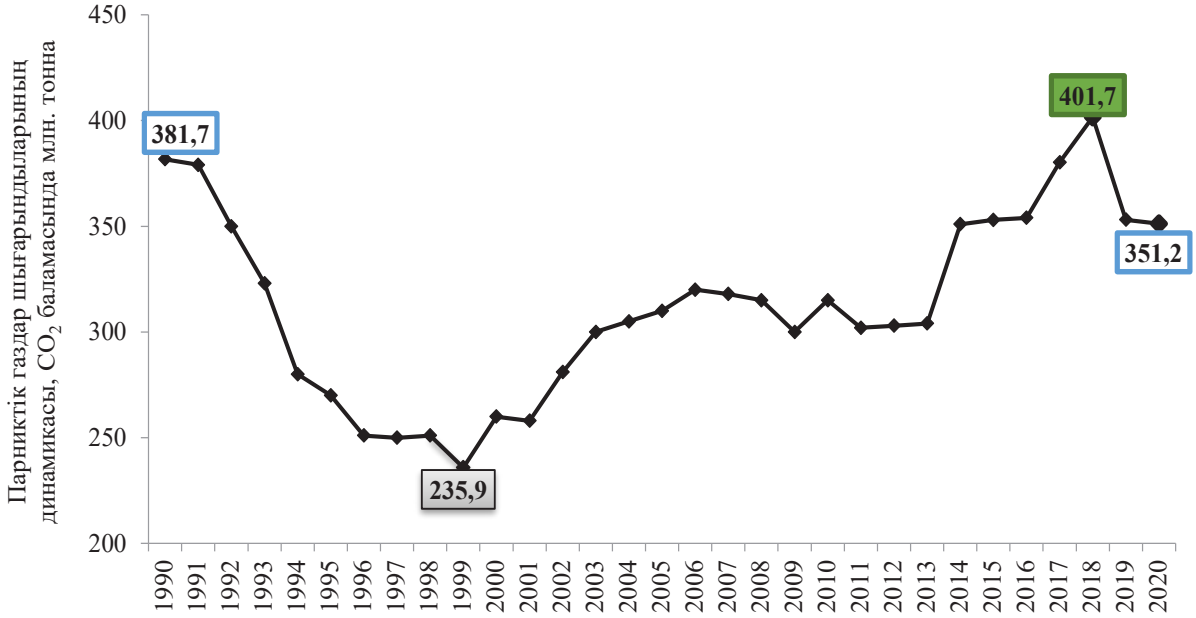
Түйін сөздер: қайта өңдеу, жылу электр орталығы, күл-қож шығарындылары, кірпіш, қалдықтар, көмір өнеркәсібі.

Қабылданды: 02.05.2024 ж.
DOI: 10.54668/2789-6323-2024-115-4-138-151

КІРІСПЕ

Атмосфераға шығарылатын антропогендік шығарындылардың көп бөлігі көмір, мұнай және газды жандыру арқылы жылу және электр энергиясын өндірумен және мұнай өңдеу зауыттарының қызметімен байланысты. Көмір әлемдегі негізгі энергия көздерінің бірі болып табылады, электр энергиясын өндірудің үштен бірінен астамын құрайды. Дүниежүзілік энергетиканың соңғы статистикалық шолуына (Ibrahim M, Mangi S, Al-Fasih et al., 2021) сәйкес, көмірді тұтыну 2021 жылы 0,6 %-ға өсіп, 161 эДж-ге дейін өсуді жалғастырды, бұл 2014 жылдан бері көмір тұтынудың ең жоғары деңгейі. Күкірт пен азот оксидтері жер шарының көптеген аймақтарында атмосфераның шекаралық қабатының ең көп таралған ластаушы заттары болып табылады. Бұл олардың көздері негізінен ірі қалалар мен өнеркәсіптік кәсіпорындарды жылумен және электр энергиясымен қамтамасыз ету үшін қазба отындарының (негізінен көмір) орасан зор мөлшерін жағатын жоғары қуатты жылу электр станциялары болуымен түсіндіріледі (Obolkin V, Molozhnikova, E., Shikhotsev, M., et al., 2021). Edgar (emissions database for Global Atmospheric Research European Commission) деректері бойынша Қазақстан 1990...2020 жылдар кезеңінде парниктік газдардың (ПГ) шығарындыларының жалпы көлемі бойынша әлемдік шығарындылардың 0,8 % үлесімен топ-20 елдің қатарына кіреді. 1990...2020 жылдардағы ПГ шығарындыларының абсолютті көш-басшылары АҚШ (17,8 %), Қытай (17,1 %), Еуро Одақ елдері (13,1 %), Ресей (6,4 %), Үндістан (4,9 %) болып табылады. 2020 жылы Қазақстанда ПГ (көмірқышқыл газы, метан, азот оксиді, гидрофторкөміртектер, перфторкөміртектер және күкірт гексафториді) және күкірт гексафториді) шығарындыларының көлемі 351,2 млн CO_2-баламасын құрады, бұл 1990 жылғы деңгейден 7,98 %-ға немесе 30,5 млн тонна CO_2-баламасын құрады.

Шығарындылардың ең төменгі көлемі 1999 жылға сәйкес келеді (235,9 млн тонна CO_2-баламасы). 2020 жылы жалпы ұлттық шығарындылардың төмендеуіне Covid-19 пандемиясына байланысты шектеулер себеп болды (Экономикалық зерттеулер институты, 2022).



Сур. 1. *Қазақстандағы парниктік газ шығарындыларының статистикалық көрсеткіштері*

Жылу элекр орталығы (ЖЭО) қоршаған ортаны ластаудың негізгі көздерінің бірі. Әлем елдерінде ЖЭО-нан шыққан көмір күлі проблемалы қалдықтар болып табылады (Shaheen, S.M., Hooda, P.S., & Tsadilas, C.D., 2014). Көмірді жағудың бір процесінде күлдің шамамен 80 %-ы пайда болады, ал қалғаны күл-қож қалдықтары, бұл шамамен 20 % құрайды (Surya I., Purwandari, V., & Khodijah, A., 2022). Электр станцияларында пайда болатын көмір күлінің негізгі компоненттері – кремний диоксиді (SiO2), алюминий оксиді (Al_2O_3) және темір оксиді (Fe_2O_3), қалғандары көміртегі, кальций, магний және күкірт. Әлемде жыл сайын шамамен 750 миллион тонна көмір күлі түзіледі. Көмірмен жұмыс істейтін электр станцияларының атмосфераға шығарындылары адам денсаулығына үлкен жүктеменің себебі болып табылады (Guttikunda & Jawahar, 2014). Көмір күлін өндіру және кәдеге жарату бойынша (Pandey & Singh, 2010) Үндістанда ең көп күл (жылына 118 миллион тонна), одан кейін Қытай (жылына 100 миллион тонна), Америка Құрама Штаттары (жылына 75 миллион тонна), Германия (жылына 40 миллион тонна) өндіретінін көрсетеді, Ұлыбритания (жылына 15 миллион тонна), ал Дания, Италия және Нидерланды аз мөлшерде көмір күлін шығарады (жылына 2 миллион тонна). Алайда Үндістан, Қытай (45 %), Америка Құрама Штаттары (65 %), Германия (85 %), Ұлыбритания (50 %) сияқты басқа елдермен салыстырғанда көмір күлі өндірісінің салыстырмалы түрде аз пайызын (38 %) пайдаланады, ал Дания, Италия және Нидерланды өндірілген көмір күлінің 100 % пайдаланады (Wang et al., 2008). 2014 жылы Америка Құрама Штаттарының қоршаған ортаны қорғау агенттігі көмір күлін арнайы қалдықтарға жатқызу үшін экологиялық нормаларды қайта қарады. Көмір күлін өндіріс өнімдеріне қайта өңдеуге рұқсат берілген, сонымен бірге қалдықтарды сақтау объектілерін жағудың ең төменгі ұлттық критерийлерін белгіледі (EPA., 2015). Көмір күлі жылу электр станцияларында көмірді жағудың қатты қалдық өнімі болып табылады. Кәдімгі өнеркәсіптік жанама өнімдерден айырмашылығы, көмір күлі уыттылығына байланысты өңдеуі қиын, күрделі антропогендік материал.

Уыттылық көмірдің әртүрлі сорттарынан алынған әртүрлі мөлшердегі органикалық және бейорганикалық қосылыстарды қамтитын оның күрделі құрамына байланысты болып келеді. Сонымен қатар, көмірдің кең қол жетімділігі мен төмен құны, энергияға әлемдік сұраныстың артуы және баламалы энергия көздерінің айқын тұрақсыздығы көмірге негізделген энергияны пайдаланудың күрт өсуіне әкелді. Нәтижесінде, көмірқышқыл газының үлкен мөлшері пайда болды (Anjani RK Gollakota, 2020). Қытайлық авторлардың еңбектерінде көмір күлінің негізінде ЖЭО қалдықтарының бетондарын өндіру сияқты көмір күлінің болашақта пайдаланудың бағыттары ұсынылған (Luo et al., 2021). Көмір күлін топыраққа қолдану, әсіресе қоректік заттарды енгізуге, pH-ны түзетуге және топырақтың физикалық жағдайын жақсартуға айтарлықтай мүмкіндіктер ашатындығы дәлелденген (Szerement et al., 2021). Құрылыс жұмыстарында қоңыр көмірдің күлін пайдаланған кезде, сазды топырақтың беріктігін арттыратындығы және деформациясын төмендететіндігі айтылған (Yao et al., 2015).

Айта кету керек, егер Тәуелсіз мемлекеттер достастығы (ТМД) елдерінде күл қождары әлі де қалдықтар деп аталса, батыс елдерінде олар ресми түрде ЖЭС жанама өнімдері деп аталады. Оларды құрылыс саласындағы нормативтік құжаттардың талаптарына сәйкес келетін технологиялық пысықталған өнімдер түрінде әлеуетті тұтынушыларға ұсынылады. Батыс Еуропа мен Жапонияда ЖЭС кезінде шығатын күл үйінділері іс жүзінде жойылған (Зубова, 2009). В.А. Игуминова, А.Е. Карючина, А.С. Ровенских еңбегінде Ресейдегі жылу электр орталығынан шығатын күл-қож қалдықтарын қайта өңдеудің 2 түріне тоқталып кеткен: құрылыс материалдарының өндірісі, жол құрылыстарының жұмыстарына қолданады (Игуминова В.А. и др., 2020). П.Л. Палеев, Л.И. Худякованың жүргізген талдауларына сәйкес, отын-энергетикалық кешеннің жинақталған қалдықтарын ауыл шаруашылығының әртүрлі салаларында мелиоранттар, сондай-ақ топырақты ремедиациялау және жерді қалпына келтіру үшін кеңінен қолдануға болатынын көрсетті (Палеев и др., 2021).

Отандық ғалымдар Е.Т. Енсебаев және А.Н. Баймановтың еңбегінде Қызылорда ЖЭО-дағы күлдің химиялық құрамын зерттеп, күл қалдықтарын эмульсия және цемент материалдарын өңдеу үшін құрауыш ретінде қосты (Енсебаев және т.б., 2009). Н.К. Досмухамедов бастаған авторлардың еңбегінде көмір күлін кешенді қайта өңдеудің технологиясы әзірленді. Соның арқасында қосылған құны жоғары тауарлық өнімдерді толық кәдеге жарату жолымен энергетика саласын дамытатындығын дәлелдеген (Досмухамедов и др, 2023).

Көмір электр станцияларының шығарынды шламдарынан құрылыс кірпіштерін алу жөніндегі ғылыми жұмыстың жаңалығы ұсынылған технология мен тәсілді бірегей ететін алдыңғы әзірлемелерден бірқатар елеулі айырмашылықтарда жатыр. Көмір электр станцияларының шламдарын қайта өңдеу саласындағы алдыңғы әзірлемелер көбінесе оларды цементте немесе бетонда пайдаланылуы мүмкін күл сияқты кейбір компоненттерді алу үшін құрылыс қоспалары ретінде немесе жағу әдістерін қолдана отырып кәдеге жаратуға шоғырланған. Алайда, ұсынылған жұмыста шығарынды шламдарды пайдалану сипаттамалары жоғары толыққанды құрылыс кірпіштеріне қайта өңдеу үшін инновациялық кешенді тәсіл пайдаланылады. Шламның құрамын жақсарту: Шламды дәстүрлі құрылыс материалдарына (мысалы, цементке) қоспа ретінде жай ғана пайдаланудың орнына, бұл жұмыста шламды химиялық және физикалық-химиялық әдістерді пайдалана отырып, неғұрлым егжей-тегжейлі қайта өңдеу жүргізіледі, бұл оның қасиеттерін едәуір жақсартуға және нақты сипаттамалары (беріктігі, ыстыққа төзімділігі, су өткізбейтін қасиеттері және т.б.) бар құрылыс кірпіштерінің жаңа түрлерін жасауға әкелуге мүмкіндік береді.

ЖЭО кәсіпорындарының көпшілігі апаттарға, адам шығынына және қоршаған ортаның елеулі ластануына әкелуі мүмкін қауіпті өндірістік нысандар ретінде жіктеледі. Атмосфераға ең көп әсер ететін электр және жылу энергиясын өндіретін кәсіпорындар екені көптеген әдебиеттер айтылған (Кривова, 2023). Кентау қаласының аймағындағы жылу электр орталығының қоршаған ортаға және адамдардың денсаулығына

етуі қазіргі уақытта экологиялық қауіпсіздікке қатысты өзекті мәселелердің бірі ретінде қарастырылады, өйткені мұндай кәсіпорындар қоршаған ортаға әсер ететін шығарындылар тастайды және теріс әсер ететін қауіпті қалдықтар түзеді (Рыженко, 2022). Кентау қаласы ластану деңгейі жоғары қалаға жатады. Көпжылдық ғарыштық бақылаулар мен ірі өнеркәсіп орталықтарының ареалдарындағы қар жамылғысын (ecocintez.kz., 2023) талдау нәтижелері бойынша Түркістан облысы аумағының ауыр металдармен ластану 30,6 мың шаршы км алаңда байқалады. Әсіресе, Кентау қаласының айналасындағы ластану ареалдары (11...13 мың шаршы км) тең. Облыста жыл сайын шамамен 500 млн.тонна өнеркәсіптік және 5 млн. тонна тұрмыстық қалдықтар түзіледі. Кентау қаласында жыл сайын Cr, PB, As, Ba және басқа да улы қосылыстары бар 60 млн. тоннадан астам қалдықтар жиналады (Молдабекова, 2023). Мұндай «қалдықты қоймалардың» атмосфералық ауаға, гидросфераға және топыраққа геохимиялық әсері экологиялық қолайсыз аймақтардың пайда болуына әкеледі.

а)

ә)

б)

в)

Сур. 2. *а-«Кентау сервис» ЖЭО-5; ә- «Кентау сервис» ЖЭО-нан шыққан күл шығарындылары; б- Кентау қаласы, Хантағы өзені; в – Хантағы өзені бойындағы күл – қож шығарындылары*

Кентау қаласындағы атмосфералық ауаның ластану деңгейі қазіргі уақытта жоғары болып қала береді және қара және түсті металлургия, энергетика, машина жасау, құрылыс индустриясы және автокөлік кәсіпорындар шығарындыларының әсерінен қалыптасады. Статистикалық есептеу деректеріне сәйкес, 2016...2024 жылдар аралығы қаланың өнеркәсіптік кәсіпорындарының стационарлық көздерінен Кентау қаласының атмосфералық ауасына ластаушы заттардың шығарындылары 140,937 мың тоннаны құрады (stat.gov.kz., 2023). Қаланың 20-дан астам кәсіпорындары мен ұйымдары жергілікті Хантағы өзеніне өнеркәсіптік және шаруашылық тұрмыстық ақаба суларды ағызуды жүзеге асырады, нәтижесінде өзен ағыны 90 %-дан астам ақаба сулардан тұрады, бұл өзеннің қала маңындағы учаскесінде химиялық ластану аймағының пайда болуына ықпал етеді. Кентау қаласының экологиясының ластануына жылу электр орталығы үлес қосуда. Оның үлесі шамамен есептеулер бойынша қаланың жалпы өнеркәсібінде 37,8-ден 40 %-ға дейін құрайды. ЖЭО-5 «Кентау сервис» жылына 163 тәулік бойы жұмыс жасап, 120 мың тонна Шаптыкөл кен орынның қоңыр көмірін және күкіртті мазуттың 1000 тонна отынды жағу нәтижесінде пайда болатын ластаушы заттар: ұшпа күл, жанбаған шаң тәрізді отын бөлшектері, күкірт және күкірт ангидриді, азот оксиді, толық емес жану өнімдері. Кейбір отындардың күлінде күшән, бос кальций диоксиді, бос кремний диоксиді бар, осы заттардың барлығы қоршаған ортаның жай-күйіне және халықтың денсаулығына теріс әсер етеді, сондықтан ЖЭО-5 «Кентау сервис» қалдықтарының көбеюі Түркістан облысы және Кентау қаласы үшін өзекті мәселе болып табылады. Сонымен қатар, химиялық және минералогиялық құрамы

бойынша күл-қож қалдықтары негізінен табиғи минералды шикізатпен бірдей. Сондықтан да оларды өнеркәсіпте, құрылыс индустриясында және ауыл шаруашылығында пайдалану ЖЭС жұмыс аймағындағы экологиялық проблеманы шешудің стратегиялық жолдарының бірі болып табылады. Қождар мен күлдер, оларды ресурстарды үнемдеу мақсатында кеңінен пайдалану үшін жақсы преспективаға ие, яғни түсті, сирек металдар мен басқа материалдардың табиғи ресурстарын сақтауға байланысты экономикалық материалдарды шешеді.

МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Зерттеу нысаны ретінде Кентау қаласында орналасқан «Кентау сервис» ЖЭО-5 зерттеуге алынды. ЖЭО-5 «Кентау сервис»-өндірістік және коммуналдық-тұрмыстық өндіруге және босатуға арналған тұтынушыларға энергияның екі түрін: жылу-ыстық су немесе су буы түрінде жеткізіп беретін энергетикалық кәсіпорын болып табылады. ЖЭО-5 «Кентау сервис» зауыты 1955 жылы пайдалануға берілген болатын. Кәсіпорын жылына шамамен 21,3 мың тоннадан астам ластаушы заттарды шығарып отырады. Бұл барлық стационарлық ластану көздерінен эмиссия көлемінен асып түседі. Күл мен қож арасындағы шартты шекара 0,25 мм фракцияны қабылдауы мүмкін: кішігірім қалдықтар күлге, үлкендері шлактары жатады. Пештерден түтін газдарымен тасымалданатын және ЖЭС сүзгілерімен ұсталатын ұсақ және жеңіл фракцияларды алып тастағанда, күл жинағыштарда құрғақ сұрыпталған күл шоғырланады (Сулименко Л.М., 2005). Ол тікелей тасымалдаушыларға болмаса пайдаланушылардың қоймасына келіп түседі. Күл жинағыштарды сумен тазалап жатқан кезде күл мен қож целлюлоза қалпында үйінділерге шығарылады. Әрбір ЖЭС-те бар бұл үйінділерде күл-қождың негізгі массалары сақталады.

Эксперименттік зерттеулерді жүргізу барысында алдымен қалдықтардың химиялық құрамын, физикалық қасиеттерін және әлеуетті уыттылығын анықтау үшін олардың құрамын зерттеу жұмыстары жүргізіледі. Бұл қайта өңдеудің қолайлы әдістерін таңдау үшін маңызды. Сынамалар әртүрлі көздерден - күл үйінділерінен, су бұру жүйелерінен немесе сақтау орындарынан алынады. Сынамаларға күл шламы, қож, шығарынды күл және басқа қалдықтар қосылуы мүмкін. Металдар тотықтарының (мысалы, алюминий, кремний, темір), ауыр металдардың (мысалы, қорғасын, кадмий), минералдардың (мысалы, кальцит, саз), сондай-ақ органикалық ластаушылардың құрамы зерттеледі. Спектроскопия (XRF, ICP-OES), хроматография әдістері және басқа да аналитикалық техникалар пайдаланылады. Эксперименттердің шарттары пайдалы компоненттерді тиімді алуды және қоршаған ортаға әсерді барынша азайтуды қамтамасыз ету үшін қатаң бақыланады.

«Кентау сервис» ЖЭО-5-тен шыққан қатты қалдықтардың химиялық құрамы ПНД Ф 16.1.42-04 М-049-П/10 нормативеріне сәйкес келетін әдіс бойынша анықталды. Әдіс рентгендік флуоресцентті (сипаттамалық) сәулеленудің қарқындылығының сынамадағы элементтің құрамына тәуелділігіне негізделетін болып келеді. Флуоресцентті сәулелену рентген түтігінің бастапқы сәлеленуі арқылы қозғалып отырады. Компоненттердің массалық үлесі анықталып жатқан компоненттің массалық үлесінің аналитикалық сигналға эксперименттік тәуелділігі болып табылатын алдын-ала салынған градуирлеу сипаттамаларымен анықталып отырады. Аналитикалық сигнал, бұл флуоресцентті сәулелену сызығындағы сенсордың, дрейфке түзетілген және осы өлшеу әдісінде көрсетілген жағдайларда фонға сәйкес электрлік импульстарын санау жылдамдығына сәйкестендіріліп, жасалады. Элементтердің өзара әсері және матрицалық әсерлері анықталып отыратын компоненттердің флуоресцентті сәулелену желілеріндегі аналитикалық сигналды рентген түтігі анодының сипаттамалық сәулелену қарқындылығына нормалау, сондай-ақ газ хроматографиясының керекті аналитикалық нұсқасын таңдау бағдарламалық қамтамасыз етудің көмегі арқылы ескеріледі. Әрбір талдау дайындалынған сынаманың екі үлгісімен орындалатын екі параллель анықтаманы қамтиды. Электр желісінің параметрлері паспортқа сәйкес аппаратының немесе спектрометрдің тиісті модификациясы ұсталуы қажет болып табылады.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында «Кентау сервис» ЖЭО-5-тен шығатын қалдық болып табылатын көмірдің жанбайтын минералды бөліктері күл мен қож зерттеуге алынды. Талдау жұмыстары көмір электр станциясының шламдарында мыналар бар екенін көрсетті: 40 % кремний оксиді (SiO_2), 30 % кальций оксиді (CaO), 10 % алюминий оксиді (Al_2O_3), 5 % магний оксиді (MgO), 3 % темір (Fe_2O_3), 12 % басқа компоненттер (ылғал және органикалық қоспалар). Бұл деректер кірпіштерді өндіру үшін шламның қандай компоненттерін пайдалану жақсы екенін анықтауға көмектеседі (кремний мен кальций материалдың нығаюына және термотөзгіштігіне ықпал етеді). Кірпіш жасау үшін келесі қоспаны қолдандық: 30 % шығарынды қоқыс, 40 % балшық, 30 % құм. Қоспаның жалпы массасы негізінде пропорцияларды есептеу үшін, мысалы, егер қоспаның жалпы массасы 100 кг құраса: шламның салмағы = 100 кг × 30 % = 30 кг; саз массасы = 100 кг × 40 % = 40 кг; құмның салмағы = 100 кг × 30 % = 30 кг. Бұл пропорциялар кірпіштердің талап етілетін қасиеттеріне байланысты өзгереді.

Күл-қож қалдықтарында периодтық жүйедегі элементтердің көп бөлігі бар: кремний, алюминий, темір оксиді, сирек жер металдары және т.б (сур.3). Күл-қож қалдықтарын өңдеудің преспективалы бағыттарының бірі – олардан пайдалы металдарды алу. Күл алюминий оксидіне бай, оны боксит алмастырғыш ретінде қарастыруға болады. Күл-қож қалдықтары құрылыс индістриясында, жол құрылысында нақты серпіліс жасай алады. Күл-қож қалдықтары төмен жылу өткізгіштік, тамаша тығыздық сияқты бірегей ерекшеліктерге ие. Күл және қож қалдықтарының химиялық және минералогиялық құрамы құрылыс материалдарын өндіруге өте ыңғайлы.

Сур. 3. *«Кентау сервис» ЖЭО-5 күл шығарындыларының химиялық құрамы*

Күл мен қождан құрылыс кірпішін жасауға болады. Керамикалық және силикатты кірпішпен салыстырғанда оның отқа төзімділігі жоғары, жылу өткіштігі мен құны төмен. Егер қуыстары бар күл кірпіштің және қазіргі танымал ұяшықты бетонның техникалық-экономикалық көрсеткіштерімен салыстырсақ, бетонның тығыздығы 1,4...2 есе аз болса, кірпіштің беріктігі 5...8 есе жоғары болады. Тәжірибе жұмыстарын жүргізу барысында кірпіштің құрамындағы қоспалардың үлесі әртүрлі арақатынаста алынып, сыналды. Алайда, осы арақатынастардың ішінен ең оңтайлысы 2:1:1,5 қатынасындағы алынған кірпіштің берік екендігі ИПС-МГ4 маркалы аппаратымен престеу жүргізу барысында дәлелденді (сур. 5...7). Күл-қож қалдықтары шикізат күйінде немесе қосымша ұнтақтаудан кейін цементтің М400 маркасымен қиыршық тастың 2:1:1,5 қатынасында араластырылды. Шикізат қоспасы ылғалданған, полиэтилен пакеттерде тығыздалған және 2...4 сағат ішінде 60 °С температурада кептірілді (сур.4)

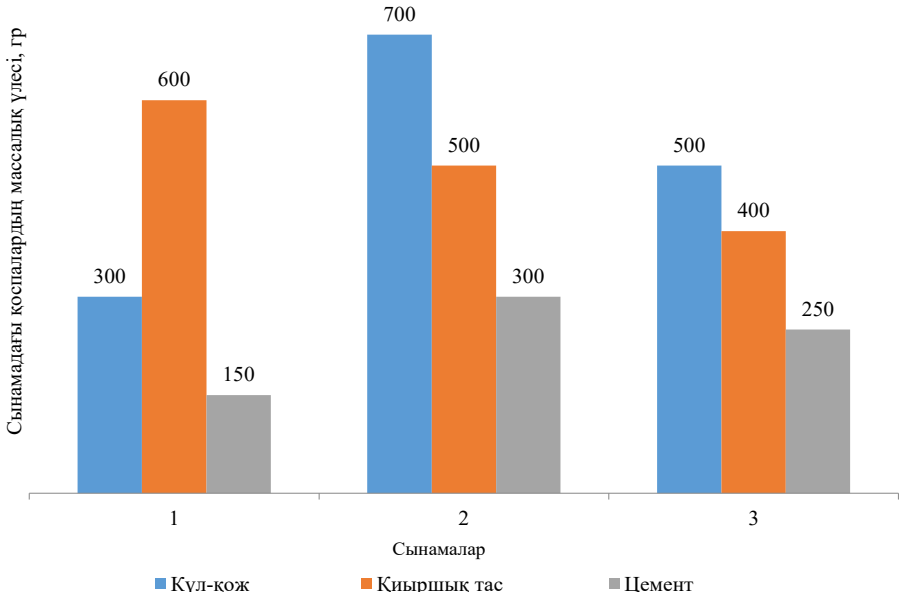
Сур. 4. *Күл-қождан жасалған кірпіштің үлгісі*

Сапа коэффициенті МемСТ 530-2012 Кірпіш және керамикалық тас»Жалпы техникалық шарттар бойынша анықталды (ҚР МемСТ 530-2012., 2012). Осыдан кейін үшқұрамды массадан үлгілер қалыпталды: ені – 120 мм, ұзындығы – 250 мм және биіктігі 65 мм болатын төртбұрышты 20 мПа престеу қысымымен біркелкі жүктемемен сынақталды.

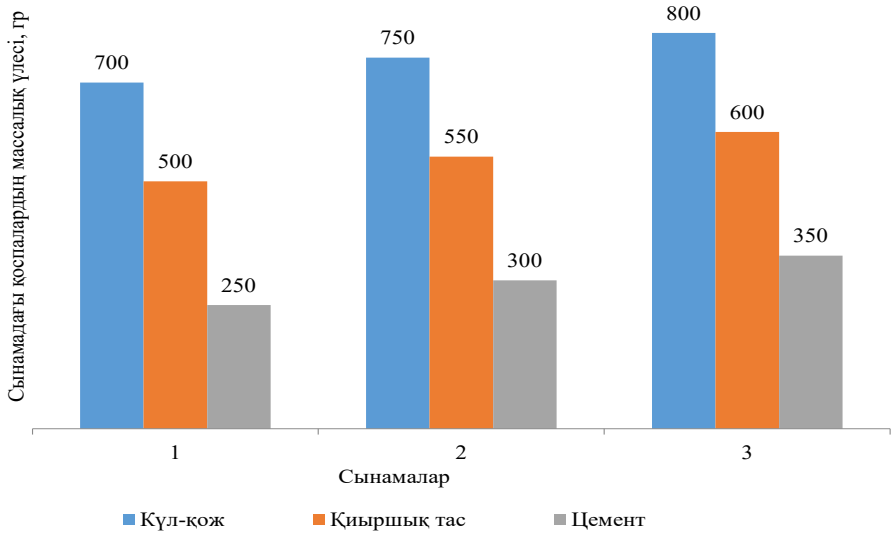
Кесте 1

Күл-қож кірпіштің, керамикалық кірпіштің, ұяшықты бетонның, ағаштың салыстырмалы сипаттамасы

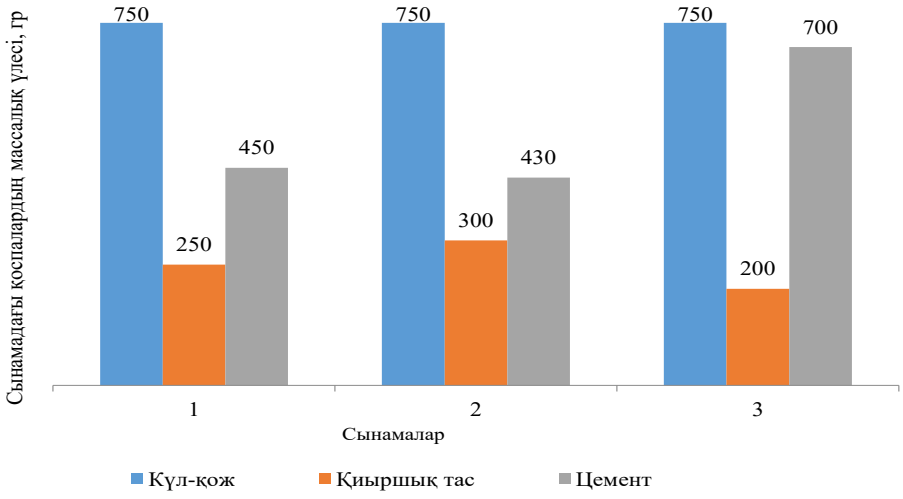
Сипаттамасы	Орташа тығыздық, кг/м^3	Кірпіштің салмағы, кг	1 м^3 салмағы, кг	Жылуөткізгіштік, Вт/м^x °С	Ғимарат қабырғасының қалыңдығы, шарт.бір.	Қысу беріктігі, кг/см^2	Күл көлемі, %
Толыққанды күл кірпіші	1234	2,1	1225	0,21	0,3	123...230	83
Бос күл кірпіші, 25 %	1050	1,9	1014	0,11	0,15	123...200	78
Бос силикат кірпіш, 25 %	1530	3,0	1569	0,4	0,8	123...200	-
Бос керамикалық кірпіш, 27 %	1300	2,5	-	0,41	0,64	123...200	-
Ұяшықты бетон (Сибит)	400...600	-	-	0,09	0,1	23	-
Ағаш	-	-	-	-	0,13	0,21	-



Сур. 5. *Сынамалардың 10 мПа-дағы беріктік арақатынасы*



Сур. 6. *Сынамалардың 15 мПа-дағы беріктік арақатынасы*



Сур. 7. *Сынамалардың 20 мПа-дағы беріктік арақатынасы*

Максималды беріктігін 2:1:1,5 қатынасы бар композициялар көрсетеді, яғни күл-қождың массасы бойынша 750 гр, қиыршық тас 250 гр және цемент 450 гр. Бұл сондай-ақ 6 және 7-суреттердің деректерімен расталады, олардың ішінде күлдің қышқылдығының жоғарылауымен және оның құрамындағы қиыршық тас пен цементтің 2,4-тен 5,4 %-ға дейін ұлғаюымен беріктіктің төмендеуі байқалады және әсіресе күлге ең аз қож массасы қосылған кезде байқалады (5-сурет). Нәтижесінде, күл-қож құрамды кірпіш, тіпті екі рет автоклавталған болса да, аязға төзімділіктің төмендігін көрсетеді (5-сурет). Бұл еркін CaO және MgO әсеріне емес, байланыстырғыш заттың құрамына байланысты болуы керек. Сондықтан, зерттеу жұмысында «Кентау сервис» ЖЭО-5 күл-қожын тас көмірді жағудан, сондай-ақ шикізат қоспасындағы цементпен қиыршық тастың әртүрлі құрамындағы байлам негізділігінің әсерін зерттеу үшін тас көмір күлі мен қож қоспасын қосу арқылы көп компонентті байланыстырғыш заттың құрамын оңтайландыру жүзеге асырылды.

Электр станцияларының шығарынды шламдарын қайта өңдеу ғылым мен технологияны дамытуға бірнеше түйінді салада елеулі үлес қосуы мүмкін: *1. Қалдықтарды өңдеу жұмысы қоршаған ортаға жүктемені азайтуға көмектеседі. Электр станциялары, әсіресе көмір станциялары құрамында улы заттар (мысалы, ауыр металдар, күкірт оксиді, азот) бар қалдықтарды көп мөлшерде өндіреді. Бұл саладағы ғылыми зерттеулер осы қалдықтарды қауіпсіз және тиімді кәдеге жарату әдістерін әзірлеуге ықпал етеді, бұл ауаның, судың және топырақтың ластануын азайтуы мүмкін. 2. Шламдарды қайта өңдеу металдар, минералдық заттар, көміртегі және басқа да компоненттер сияқты материалдарды қайта пайдалануға ықпал етуі мүмкін. Өңдеудің жаңа әдістерін әзірлеу, мысалы, пайдалы компоненттерді алу немесе оларды жаңа материалдарға (мысалы, құрылыс материалдарына, жол жабынына) айналдыру өндіріс пен тұтынудың неғұрлым орнықты және тұйық циклдарын құруға көмектеседі. 3. Электр станцияларының қалдықтарын қайта өңдеу процестерін зерделеу химия, инженерия, экология, нанотехнологиялар сияқты салаларда жаңа технологияларды дамытуды ынталандыра алады. Мысалы, катализ немесе суды тазарту саласындағы зерттеулер инновациялық материалдар мен процестерді құруға ықпал етуі мүмкін. 4. Шламдарды қайта өңдеуді ғылыми зерттеулер түрлі әдістердің экожүйеге әсерін бағалауға мүмкіндік беретін үлгілерді әзірлеуді талап етеді. Бұл экологиялық өзгерістердің неғұрлым дәл болжамдарына ықпал етуі және қоршаған орта үшін тәуекелдерді бағалаудың жаңа әдістерін жасауға ықпал етуі мүмкін. 5. Осы саладағы ғылыми әзірлемелер жаңа саланың - өнеркәсіптік қалдықтарды қайта өңдеудің өсуін ынталандыруы мүмкін, бұл жұмыс орындарын құруға, ластану деңгейі жоғары аудандарда өмір сүру сапасын жақсартуға және қалдықтарды көмуге арналған шығындарды төмендетуге алып келеді. 6. Интердисциплинарлық зерттеулер саласында экология мен химиядан материалтану мен экономикаға дейінгі пәндердің кең спектрін қамтиды.*

Ұсынылған зерттеудің әдістері қолданыстағы концепциядан айырмашылығы шығарынды шламдарды қайта өңдеу саласындағы зерттеулер өзара білім алмасуға және инновациялық шешімдерді іздеуге ықпал ете отырып, әртүрлі салалардағы ғалымдардың күш-жігерін біріктіре алады. Осылайша, шығарынды шламдарды қайта өңдеу жөніндегі ғылыми жұмыс экологиялық проблемаларды шешуге ықпал етіп қана қоймай, орнықты технологияларды әзірлеу, ресурстарды тиімді пайдалану және қоршаған ортаның сапасын жақсарту үшін жаңа көкжиектер ашады.

Көмір электр станцияларының шығарынды шламдарынан өндірілген құрылыс кірпіштерін қолданудың экологиялық, экономикалық және әлеуметтік тұрақтылық тұрғысынан айтарлықтай практикалық мәні бар. Бұл бағыт энергетика өнеркәсібінің қалдықтарын тиімді кәдеге жаратуға ғана емес, экологиялық қауіпсіз және функционалдық құрылыс материалдарын жасауға да мүмкіндік береді. Осындай кірпіштерді қолданудың негізгі практикалық аспектілеріне: кірпіш өндіру үшін шламдарды қолдану арнайы бөлінген полигондарда сақтауды талап ететін шығарылатын шламдардың мөлшерін едәуір азайтады. Бұл экологиялық жүйелерге жүктемені азайтуға және су қоймаларының, топырақтың және ауаның ластануын болдырмауға көмектеседі; құрылыста шығарынды шламдарды пайдалану

цемент сияқты дәстүрлі құрылыс материалдарын өндіру қажеттілігін төмендетуі мүмкін, ол өз кезегінде атмосфераға CO_2 шығарудың негізгі көздерінің бірі болып табылады. Бұл құрылыс саласының көміртегі іздерін қысқартуға ықпал етеді; шламдарды дұрыс өңдеу жолымен олардың қоршаған ортаға түсуін төмендететін материалдардағы ауыр металдар (қорғасын, кадмий, сынап) сияқты қауіпті заттардың құрамын төмендетуге болады. Бұл шламдарды жинау мен өңдеуден бастап кірпіштерді өндіру мен пайдалануға дейінгі барлық кезеңдерде қатаң бақылауды талап етеді; Тасталатын шламдарды құрылыс кірпіштерін өндіру үшін шикізат ретінде пайдалану саз, құм және басқа да минералдар сияқты дәстүрлі табиғи ресурстарға қажеттілікті төмендетеді, бұл табиғи ресурстарды сақтауға ықпал етеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жылу электр орталықтарының шығарындыларын қайта өңдеу қоршаған орта сапасын жақсартуда маңызды рөл атқаратындығы анықталды. Заманауи технологияларды қолдану арқылы бұл процестерді тиімдірек және экологиялық тұрақты етуге болады, бұл қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға және тұрақты даму деңгейін арттыруға ықпал етеді. Кірпіш өндірісінің бұл тәсілі қалдықтарды бақылау мәселесін әлеуетті және тұрақты шешуді қамтамасыз ету үшін пайдалы болатындығы дәлелденді. ЖЭО күлі мен қождарын құрылыс материалдары ретінде пайдалану аса өршіл бағыт болып табылады және болашақта Қазақстан өңірлеріндегі құрылыс материалдарының тапшылығы проблемасын шеше алады. Күл-қож қалдықтарын пайдалану арқылы біз цементтің 30 %-ын және табиғи агрегаттардың 50 %-дан астамын үнемдей аламыз. Экологиялық күлді кірпіштің бірқатар артықшылықтары бар: біріншіден, бұл полигонға жіберілетін қалдықтардың мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді, соның нәтижесінде қоршаған ортаға теріс әсер төмендейді; екіншіден, мұндай кірпіш жақсы жылу оқшаулау қасиетіне ие және өте берік.

Кірпіш өндірісінде жылу электр орталықтарынан күлді пайдалану қалдықтарды кәдеге жарату және экологиялық, экономикалық жағынан тиімді тәсіл болып табылады. Осылайша, күл-қож қалдықтарын техногендік минералды шикізатқа жатқызу керек, оның табиғи қалдықтардан айырмашылығы уақыт өте келе жинақталады және таусылмайды, бұл оларды зерттеу мен пайдалануға тарту перспективасын арттырады. Перспективалы нәтижелерге қарамастан, бұл әдіс әлі де өндіріс технологияларын оңтайландыру және оны құрылыста қолдануды кеңейту үшін қосымша зерттеулер мен әзірлемелерді қажет етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Wan Ibrahim, M. H., Mangi, S. A., & Mohammed Al-Fasih, M. Y. (2021). Influence of lime and coal bottom ash as partial cement replacement material on mechanical properties of concrete. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, 12(2), 89-96. https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.02.008

2. Obolkin, V., Molozhnikova, E., Shikhotsev, M., Netsvetaeva, O., & Khodzher, T. (2021). Sulfur and Nitrogen Oxides in the Atmosphere of Lake Baikal: Sources, Automatic Monitoring, and Environmental Risks. Atmosphere, 12(10), 1348. https://doi.org/10.3390/atmos12101348

3. Экономический исследовательский институт. Общенациональные выбросы парниковых газов в Республике Казахстан // Экономический исследовательский институт. 2022. URL: https://eri.kz/kz/Novosti_instituta/id=4526/arch=2022_4 (дата обращения: 27.03.2024г)

4. Shaheen, S.M., Hooda, P.S., & Tsadilas, C.D. (2014). Opportunities and challenges in the use of coal fly ash for soil improvements – a review. Journal of Environmental Management, 145, 249-267. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.005

5. Surya, I., Purwandari, V., & Khodijah, A. (2022). Pengaruh kadar silika dari fly ash batu bara sebagai bahan pengisi hidrogel berbahan dasar selulosa bakteri (HSB). Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan, 6(1), 36 – 46. https://doi.org/10.51544/kimia.v6i1.2975

6. Guttikunda, S.K., & Jawahar, P. (2014). Atmospheric emissions and pollution from the coal-fired thermal power plants in India. Atmospheric Environment, 92, 449-460. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.04.057

7. Pandey, V.C., & Singh, N. (2010). Impact of fly ash incorporation in soil systems. Agriculture, Ecosystems and Environment, 136, 16-27. https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.11.013

8. Wang, S., Ma, Q., & Zhu, Z. H. (2008). Characteristics of coal fly ash and adsorption application. Fuel, 87, 3469-3473. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.05.022

9. U.S. Environmental Protection Agency. EPA Response to Kingston TVA Coal Ash Spill. EPA. 2015. URL: https://www.epa.gov/tn/epa-response-kingston-tva-coal-ash-spill (дата обращения: 27.03.2024)

10. Gollakota, A. R. (2020). Transmutation of coal fly ash to conceivable applications. Journal of Innovative Technology, 2(1), 35-40. https://doi.org/10.29424/JIT.202003_2(1).0005

11. Luo, Y., Wu, Y., Ma, S., Zheng, S., Zhang Y., & Chu, P. (2021). Utilization of coal fly ash in China: A mini-review on challenges and future directions. Environmental Science and Pollution Research, 28, 18727-18740. https://doi.org/10.1007/s11356-020-08864-4

12. Szerement, J., Szatnik-Kloc, A., Jarosz, R., Bajda, T., & Mierzwa-Hersztek, M. (2021). Contemporary applications of natural and synthetic zeolites from fly ash in agriculture and environmental protection. Journal of Cleaner Production, 311, 127461. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127461

13. Yao, Z. T., Ji, X. S., Sarker. P. K., Tang, J. H., Ge, L. Q., Xia, M. S., & Xi, Y. Q. (2015). A comprehensive review on the applications of coal fly ash. Earth-Science Reviews, 141, 105-121. https://doi.org/10.1016/j.earcirev.2014.11.016

14. Зубова О. А. Утилизация золошлаков ТЭС в зарубежных странах // Вестник КазГАСА. – 2009. – № 4(34). – С. 139-142.
15. Игуминова, В. А. Анализ способов утилизации золошлаковых отходов / В. А. Игуминова, А. Е. Карючина, А. С. Ровенских. // Исследования молодых ученых: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Казань, январь 2020 г.). – Казань: Молодой ученый, 2020. – С. 21-25. - URL: https://moluch.ru/conf/stud/archive/357/15509/ (дата обращения: 28.04.2024).
16. Палеев П. Л., Худякова Л. И. Использование золошлаковых отходов в сельском хозяйстве // XXI век. Техносферная безопасность. 2021. – Т. 6, № 4(24). – С. 348-356.
17. Енсебаев Е. Т., Байманов А. Н. Использование золы ТЭЦ-6 для производства аглопорита // Ғылым, білім және инновация: жастардың ғылыми шығармашылығы: Жас ғалымдар еңбектерінің жинағы. – Қызылорда: КГУ им. Коркыт ата, 2009.
18. Досмухамедов Н. К., Жолдасбай Е. Е., Аргын А. А. Технология комплексной переработки золы: технологические расчеты по утилизации золы // Научный журнал «Наука и техника Казахстана». – 2023. – № 3. – С. 133-134. DOI: https://doi.org/10.48081/RTBP8301
19. Кривова А. В. Воздействия предприятий топливно-энергетического комплекса на окружающую среду Камчатского края // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2023. – № 5-4(80). – С. 6-10. DOI: 10.24412/2500-1000-2023-5-4-6-10.
20. Рыженко А. Проект нормативов допустимых выбросов для ГКП «Кентау Сервис» отдела ЖКХ ПТ и АД акимата г. Кентау. – 2022. – 199 с.
21. Загрязнение воздуха в Казахстане: вид из космоса. – EcoCitizens.kz. – URL: https://ecocitizens.kz/publications/zagryaznenie-vozdukha-v-kazakhstane-vid-iz-kosmosa (дата обращения: 08.04.2024).
22. Рабочий проект «Реконструкция котлов ТЭЦ-5 города Кентау». Корректировка. Шымкент, 2023. – 692 с.
23. Публикации на тему экологии. – stat.gov.kz. – URL: https://stat.gov.kz/ru/industries/environment/stat-eco/publications/68178/ (дата обращения: 08.04.2024)
24. Сулименко Л. М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе: Учебник для студентов строительных и химико-технологических специальностей высших учебных заведений. – Москва, 2005. – 334 с.
25. ҚР МемСТ 530-2012. Кірпіш және керамикалық тас. Жалпы техникалық шарттар. – Алматы: Стандарт, 2012.

REFERENCES

1. Wan Ibrahim, M. H., Mangi, S. A., & Mohammed Al-Fasih, M. Y. (2021). Influence of lime and coal bottom ash as partial cement replacement material on mechanical properties of concrete. International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology, vol. 12, no. 2, pp. 89–96. https://doi.org/10.30880/ijscet.2021.12.02.008
2. Obolkin, V., Molozhnikova, E., Shikhotsev, M., Netsvetaeva, O., & Khodzher, T. (2021). Sulfur and Nitrogen Oxides in the Atmosphere of Lake Baikal: Sources, Automatic Monitoring, and Environmental Risks. Atmosphere, vol. 12, no. 10, p. 1348. https://doi.org/10.3390/atmos12101348
3. Ekonomicheskii issledovatelskii institut. (2022). Obshchenatsionalnye vybrosy parnikovykh gazov v Respublike Kazakhstan [National greenhouse gas emissions in the Republic of Kazakhstan]. Ekonomicheskii issledovatelskii institut. Available at: https://eri.kz/kz/Novosti_instituta/id=4526/arch=2022_4 (accessed on 27.03.2024) [in Russian].
4. Shaheen, S. M., Hooda, P. S., & Tsadilas, C. D. (2014). Opportunities and challenges in the use of coal fly ash for soil improvements – a review. Journal of Environmental Management, vol. 145, pp. 249–267. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.005
5. Surya, I., Purwandari, V., & Khodijah, A. (2022). Pengaruh kadar silika dari fly ash batu bara sebagai bahan pengisi hidrogel berbahan dasar selulosa bakteri (HSB) [The effect of silica content from coal fly ash as a filler for bacterial cellulose-based hydrogel (HSB)]. Jurnal Kimia Saintek dan Pendidikan, vol. 6, no. 1, pp. 36–46. https://doi.org/10.51544/kimia.v6i1.2975 [in Indonesian].
6. Guttikunda, S. K., & Jawahar, P. (2014). Atmospheric emissions and pollution from the coal-fired thermal power plants in India. Atmospheric Environment, vol. 92, pp. 449–450. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.04.057
7. Pandey, V. C., & Singh, N. (2010). Impact of fly ash incorporation in soil systems. Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 136, pp. 16–27. https://doi.org/10.1016/j.agee.2009.11.013
8. Wang, S., Ma, Q., & Zhu, Z. H. (2008). Characteristics of coal fly ash and adsorption application. Fuel, vol. 87, pp. 3469–3473. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2008.05.022
9. U.S. Environmental Protection Agency. (2015). EPA Response to Kingston TVA Coal Ash Spill. EPA. Available at: https://www.epa.gov/tn/epa-response-kingston-tva-coal-ash-spill (accessed on 27.03.2024).
10. Gollakota, A. R. (2020). Transmutation of coal fly ash to conceivable applications. Journal of Innovative Technology, vol. 2, no. 1, pp. 35–40. https://doi.org/10.29424/JIT.202003_2(1).0005
11 Luo, Y., Wu, Y., Ma, S., Zheng, S., Zhang, Y., & Chu, P. (2021). Utilization of coal fly ash in China: A mini-review on challenges and future directions. Environmental Science and Pollution Research, vol. 28, pp. 18727–18740. https://doi.org/10.1007/s11356-020-08864-4
12. Szerement, J., Szatnik-Kloc, A., Jarosz, R., Bajda, T., & Mierzwa-Hersztek, M. (2021). Contemporary applications of natural and synthetic zeolites from fly ash in agriculture and environmental protection. Journal of Cleaner Production, vol. 311, p. 127461. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127461
13. Yao, Z. T., Ji, X. S., Sarker, P. K., Tang, J. H., Ge, L. Q., Xia, M. S., & Xi, Y. Q. (2015). A comprehensive review on the applications of coal fly ash. Earth-Science Reviews, vol. 141, pp. 105–121. https://doi.org/10.1016/j.earcirev.2014.11.016
14. Zubova, O. A. (2009). Utilizatsiya zoloshlakov TES v zarubezhnykh stranakh [Utilization of coal ash in foreign countries]. Vestnik KazGASA, no. 4(34), pp. 139–142 [in Russian].
15. Iguminova, V. A., Karyuchina, A. E., Rovenskikh, A. S. (2020). Analiz sposobov utilizatsii zoloshlakovykh otkhodov [Analysis of coal ash utilization methods]. Issledovaniya molodykh uchenykh: materialy VI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii (Kazan, January 2020). Kazan: Molodoi uchenyi, pp. 21–25. Available at: https://moluch.ru/conf/stud/archive/357/15509/ (accessed on 28.04.2024) [in Russian].

16. Paleev, P. L., Khudyakova, L. I. (2021). Ispolzovanie zoloshlakovykh otkhodov v sel'skom khozyaistve [Use of coal ash waste in agriculture]. XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost', vol. 6, no. 4(24), pp. 348–356 [in Russian].
17. Ensebbaev, E. T., Baimanov, A. N. (2009). Ispolzovanie zoly TEC-6 dlya proizvodstva agloporita [Use of TEC-6 ash for agloporite production]. Gylym, bilim zhane innovatsiya: zhas galymdar eñbekterīnīn zhinagy. Kyzylorda: KGU im. Korkyt ata [in Kazakh].
18. Dosmukhamedov, N. K., Zholdasbay, E. E., Argyn, A. A. (2023). Tekhnologiya kompleksnoi pererabotki zoly: tekhnologicheskie raschety po utilizatsii zoly [Technology for integrated ash processing: technological calculations for ash utilization]. Nauchnyi zhurnal «Nauka i tekhnika Kazakhstana», no. 3, pp. 133–134. DOI: https://doi.org/10.48081/RTBP8301 [in Russian].
19. Krivova, A. V. (2023). Vozdeistviya predpriyatii toplivno-energeticheskogo kompleksa na okruzhayushchuyu sredu Kamchatskogo kraya [Impact of fuel and energy enterprises on the environment of the Kamchatka Territory]. Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk, no. 5-4(80), pp. 6–10. DOI: 10.24412/2500-1000-2023-5-4-6-10 [in Russian].
20. Ryzhenko, A. (2022). Proekt normativov dopustimykh vybrosov dlya GKP «Kentau Service» otdela ZhKH PT i AD akimata g. Kentau [Project for permissible emission standards for GKP «Kentau Service»]. 199 p. [in Russian].
21. Zagryaznenie vozdukha v Kazakhstane: vid iz kosmosa [Air pollution in Kazakhstan: a view from space]. EcoCitizens.kz. Available at: https://ecocitizens.kz/publications/zagryaznenie-vozdukha-v-kazakhstane-vid-iz-kosmosa (accessed on 08.04.2024) [in Russian].
22. Rabochii proekt «Rekonstruktsiya kotlov TEC-5 goroda Kentau». Korrektirovka. Shymkent, 2023. 692 p. [in Russian].
23. Publikatsii na temu ekologii [Publications on ecology]. Stat.gov.kz. Available at: https://stat.gov.kz/ru/industries/environment/stat-eco/publications/68178/ (accessed on 08.04.2024) [in Russian].
24. Sulimenko, L. M. (2005). Tekhnologiya mineralnykh vyazhushchikh materialov i izdelii na ikh osnove [Technology of mineral binders and products based on them]. Textbook for students of construction and chemical-technological specialties of higher educational institutions. Moscow, 334 p. [in Russian].
25. Qazaqstan Respublikasynyn MemST 530-2012. (2012). Kirpish zhane keramikalyk tas. Zhalpy tekhnikalyk sharttar [Brick and ceramic stone. General technical specifications]. Almaty: Standart [in Kazakh].

СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫБРОСОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ В УЛУЧШЕНИИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.Б. Байназарова *, Г.Б. Тойчибекова *PhD*, **Ұ.А. Серік, К.Т. Абдраимова** *к.б.н*, **Г.С. Шалабаева** *к.т.н*

Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан
E-mail: togzhan.bainazarova@ayu.edu.kz

В данной статье проанализированы современные методы переработки золошлаковых отходов, образующихся при сжигании угля в теплоэлектрической станции, а также их воздействие на окружающую среду. В настоящее время проблема промышленных и бытовых отходов является актуальной, среди которых золошлаковые отходы занимают одно из первых мест по объему. Эти отходы создают угрозу загрязнения окружающей среды токсичными веществами и тяжелыми металлами. В районах воздействия золошлаковых отложений возникает пыль, а также происходит вымывание компонентов золы, что приводит к попаданию их в почву и подземные воды, ухудшая экологическую ситуацию. Это, в свою очередь, оказывает негативное влияние на растения и здоровье человека. Переработка золошлаковых отходов способствует экономии природных ресурсов и решению экологических проблем. В исследовании проведен анализ золошлаковых отходов ТЭЦ-5 «Кентау сервис» и определена возможность их использования в качестве экологического строительного материала — кирпича. Также проверена физическая и химическая пригодность этих отходов для производства кирпича. Доказано, что переработка отходов ТЭЦ является экономически и экологически эффективной.

Ключевые слова: переработка, теплоэлектроцентраль, золошлаковые выбросы, кирпич, отходы, угольная промышленность.

WAYS TO RECYCLE THERMAL POWER PLANT EMISSIONS IN IMPROVING ENVIRONMENTAL QUALITY

T.B. Bainazarova*, G.B. Toychibekova *PhD*, **U.A. Serik, K.T. Abdraimova** *candidate of biological sciences*, **G.S. Shalabaeva** *candidate of technical sciences*

International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan, Kazakhstan
E-mail: togzhan.bainazarova@ayu.edu.kz

This article analyzes modern methods of recycling ash and slag waste generated by coal combustion in thermal power plants, as well as their impact on the environment. Currently, the problem of industrial and household waste is becoming increasingly urgent, with ash and slag waste being among the largest in terms of volume. These waste materials pose a risk of environmental contamination with toxic substances and heavy metals. Dust is generated in areas affected by ash dumps, and the components of the ash are washed away, leading to their infiltration into the soil and groundwater, which worsens the ecological situation. This, in turn, negatively affects plants and human health. Recycling ash and slag waste helps conserve natural resources and address ecological issues. The study conducted an analysis of the ash and slag waste from «Kentau Service» TPP-5, determining their potential for use as an ecological construction material — brick. Additionally, the physical and chemical suitability of these waste materials for brick production was tested. It was proven that recycling TPP waste is both economically and ecologically efficient.

Keywords: recycling, thermal power plant, ash and slag emissions, brick, waste, coal industry.

Авторлар туралы мәліметтер/ Сведения об авторах/ Information about authors:

Тойчибекова Газиза Батихановна – PhD, доц.м.а, Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университетінің Экология және химия кафедрасының аға оқытушысы, Бекзат Саттарханов даңғылы, 29, Түркістан, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz

Абдраимова Куралай Тастанбековна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент м.а Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университеті, Бекзат Саттарханов даңғылы, 29, Түркістан, kuralai.abdraimova@ayu.edu.kz

Байназарова Тоғжан Бақытжанқызы – Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университетінің Экология және химия кафедрасының магистранты, Бекзат Саттарханов даңғылы, 29, Түркістан, togzhan.bainazarova@ayu.edu.kz

Серік Ұлжалғас Алмасқызы – Қожа Ахмет Ясауи атындағы халықаралық қазақ-түрік университетінің Экология және химия кафедрасының магистранты, Бекзат Саттарханов даңғылы, 29, Түркістан, ulzhalgas.ss@mail.ru

Шалабаева Гулшат Сагындыккызы - техника ғылымдарының кандидаты, доцент м.а., Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Бекзат Саттарханов даңғылы, 29, Түркістан, gulshat.shalabaeva@ayu.edu.kz

Тойчибекова Газиза Батихановна - PhD, и.о.доцента, старший преподаватель кафедры экологии и химии Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, проспект Бекзата Саттарханова, 29, Туркестан, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz

Абдраимова Куралай Тастанбековна – кандидат биологических наук, и.о. доцента Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, проспект Бекзата Саттарханова, 29, Туркестан, kuralai.abdraimova@ayu.edu.kz

Байназарова Тогжан Бакытжановна - магистрант кафедры экологии и химии Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, проспект Бекзата Саттарханова, 29, Туркестан, togzhan.bainazarova@ayu.edu.kz

Серик Улжалгас Алмасовна - магистрант кафедры экологии и химии Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, проспект Бекзата Саттарханова, 29, Туркестан, ulzhalgas.ss@mail.ru

Шалабаева Гулшат Сагындыккызы – кандидат технических наук, и.о. доцента Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, проспект Бекзата Саттарханова, 29, Туркестан, gulshat.shalabaeva@ayu.edu.kz

Toychibekova Gaziza - PhD, Acting Associate Professor, Senior Lecturer at the Department of Ecology and Chemistry of the International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Bekzat Sattarkhanov avenue, 29, Turkestan, gaziza.toychibekova@ayu.edu.kz

Abdraimova Kuralai - Candidate of Biological Sciences, Acting Associate Professor, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Bekzat Sattarkhanov avenue, 29, Turkestan, kuralai.abdraimova@ayu.edu.kz

Bainazarova Togzhan - Master's student of the Department of Ecology and Chemistry of the International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Bekzat Sattarkhanov avenue, 29, Turkestan, togzhan.bainazarova@ayu.edu.kz

Serik Ulzhalgas - Master's student of the Department of Ecology and Chemistry of the International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Bekzat Sattarkhanov avenue, 29, Turkestan, ulzhalgas.ss@mail.ru
Shalabaeva Gulshat - Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor, International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Bekzat Sattarkhanov avenue, 29, Turkestan, gulshat.shalabaeva@ayu.edu.kz

Авторлардың қосқан үлесі/ Вклад авторов/ Authors contribution:

Тойчибекова Г.Б. – тұжырымдаманы әзірлеу, зерттеу жүргізу, әдістемені әзірлеу
Абдраимова К.Т. - тұжырымдаманы әзірлеу, әдістемені әзірлеу
Шалабаева Г.С. – әдістемені әзірлеу, мәтінді дайындау және өңдеу
Байназарова Т.Б. – статистикалық талдау жүргізу, мәтінді дайындау және өңдеу
Серік Ұ.А. – мәтінді дайындау және өңдеу, көрнекілік

Тойчибекова Г.Б. - разработка концепции, проведение исследований, разработка методики
Абдраимова К.Т. - разработка концепции, разработка методики
Шалабаева Г.С. – разработка методики, подготовка и обработка текста
Байназарова Т.Б. - проведение статистического анализа, подготовка и обработка текста
Серик У.А. - подготовка и обработка текста, визуализация

Toychibekova G. - concept development, research, methodology development
Abdraimova K. - concept development, research, methodology development
Shalabaeva G. - methodology development, text preparation and processing
Bainazarova T. - statistical analysis, text preparation and processing
Serik U. - text preparation and processing, visualization